

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2002 年 4 月 4 日 (04.04.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/27382 A1

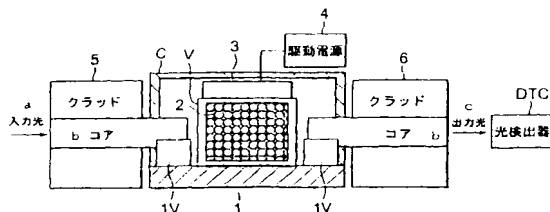
- (51) 国際特許分類: G02B 26/00, G01P 15/00, G01H 1/24
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/08382
- (22) 国際出願日: 2001 年 9 月 26 日 (26.09.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-292713 2000 年 9 月 26 日 (26.09.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)  
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 瀧口義

- 浩 (TAKIGUCHI, Yoshihiro) [JP/JP]. 高坂正臣 (TAKASAKA, Masaomi) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 伊藤研策 (ITO, Kensaku) [JP/JP]; 〒939-2703 富山県婦負郡婦中町希望ヶ丘745 Toyama (JP). 山中淳平 (YAMANAKA, Junpei) [JP/JP]; 〒467-0808 愛知県名古屋市長区瑞穂区高田町5-15-1-301 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL FIBER CONNECTOR, WAVELENGTH VARYING DEVICE, PRESSURE SENSOR, ACCELERATION SENSOR, AND OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光ファイバ結合装置、波長可変器、圧力センサ、加速度センサ及び光学装置



a...INPUTTED LIGHT  
5...CLAD  
b...CORE  
4...DRIVE POWER SOURCE  
6...CLAD  
c...OUTPUTTED LIGHT  
DTC...PHOTODETECTOR

(57) Abstract: An optical fiber connector has fixing parts (1V, 1V) where ends of two optical fibers (5, 6) are fixed, a photonic crystal (2) disposed in the optical path where light is propagated between the ends, and external force exerting means (3) for exerting an external force on the photonic crystal (2). If an external force is exerted on the photonic crystal (2) by external force exerting means (3) while light is propagated through one optical fiber (5), the photonic band gap of the photonic crystal (2) varies, and light of a wavelength corresponding to the photonic band gap is outputted from the other optical fiber (6).

(57) 要約:

この光ファイバ結合装置は、2つの光ファイバ5, 6それぞれの端部が固定される固定部1V, 1Vと、上記端部間を伝搬する光の光路内に配置されたホトニック結晶2と、ホトニック結晶2に外力を印加する外力印加手段3とを備える。一方の光ファイバ5内に光を伝搬させつつ外力印加手段3によってホトニック結晶2に外力を印加すると、ホトニック結晶2のホトニックバンドギャップが変化し、このホトニックバンドギャップに応じた波長の光が他方の光ファイバ5から出力されることとなる。

WO 02/27382 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

添付公開書類:  
国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,  
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PC7ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

光ファイバ結合装置、波長可変器、圧力センサ、加速度センサ及び光学装置

### 技術分野

5 本発明は、光ファイバ結合装置、波長可変器、圧力センサ、加速度センサ及び光学装置に関する。

### 背景技術

従来、光ファイバを用いた光ファイバ結合装置が知られており、このような装置は、一方の光ファイバから伝達された光を他方に結合させている。

### 発明の開示

10 しかしながら、光ファイバを用いた光ファイバ結合装置においては、その波長を可変することができなかつた。本発明においては、波長を可変することができる光ファイバ結合装置、波長可変器、このような光学装置を用いた圧力センサ及び加速度センサを提供することを目的とする。

15 本発明の光ファイバ結合装置は、2つの光ファイバそれぞれの端部が固定される固定部と、上記端部間を伝搬する光の光路内に配置されたホトニック結晶 (photonic crystal) と、ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段とを備えることを特徴とする。

20 本装置によれば、一方の光ファイバ内に光を伝搬させつつ外力印加手段によってホトニック結晶に外力を印加すると、ホトニック結晶のホトニックバンドギャップが変化し、このホトニックバンドギャップに応じた波長の光が他方の光ファイバから出力されることとなるので、波長可変の光ファイバ結合を行うことができる。ここで、ホトニック結晶について説明しておく。

25 半導体単結晶は、特定の原子が周期的且つ規則的に配列してなる物質である。その電子伝搬特性は、半導体結晶中の原子間隔によって決定される。すなわち、半導体はエネルギーバンドギャップを有しており、このエネルギーバンドギャップは、電子の波動性及び原子の周期ポテンシャルに起因して決定される。

一方、ホトニック結晶は、光に対してポテンシャル差を有する物質、すなわち屈折率差を有する物質を光の波長程度の周期で配列してなる3次元構造体である。このようなホトニック結晶なる物質は、ヤブラノビッチ (Yablono v i c h) 氏等によって提案されてきた。

5       ホトニック結晶内においては、光の波動性の拘束条件によって光伝搬特性が制限されている。すなわち、ホトニック結晶中における光の伝搬は、半導体中の電子の伝搬と同様に制限を受ける。ホトニック結晶中においては、光に対する禁止帯、所謂ホトニックバンドギャップが存在し、このバンドギャップの存在によって、特定の波長帯域の光は結晶内を伝搬できなくなる。

10       従来、様々なホトニック結晶が提案されている。例えば、サブミクロンサイズの粒子を光の波長程度の周期で配列してなるものがある。マイクロ波帯であれば、粒子としてのポリマー球を空間中に配列するものが知られている。

この他、ポリマー球を金属内で固化させた後で化学的にポリマー球を溶解することにより周期的微小空間を金属中に形成するもの、金属中に等間隔で穴を穿設するもの、固体材料中にレーザを用いて屈折率が周囲と異なる領域を形成するもの、光重合性ポリマーをリソグラフィ技術を用いて溝状に加工したもの等がある。

15       説明において、ホトニック結晶に入力される光を入力光、ホトニック結晶内を通過することによってホトニック結晶から出力される光を出力光とする。

十分に波長を変化させるためには、ホトニック結晶は可塑性であることが好ましく、このようなホトニック結晶はゲル状の物質内に微小球や気泡を含有させてなる。

20       また、本発明の波長可変器は、1つの光ファイバの端部が固定される固定部と、この端部から出射された光の光路上に配置され且つ光が反射によって上記端部へと戻されるように配置された反射鏡と、上記端部と反射鏡との間の光路内に配置されたホトニック結晶と、ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段とを備えることを特徴とする。

この場合、1つの光ファイバから出射された光は反射鏡で反射されるが、この光路内にはホトニック結晶が配置されているので、ホトニック結晶から出力される光の波長帯域は外力印加手段による外力に応じて変化することができる。

また、上述のような光学装置は加速度センサに利用することができる。すなわち、本発明の加速度センサは、移動体に設けられる加速度センサにおいて、光ファイバの端部が固定される固定部と、上記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、ホトニック結晶から出射された光を検出する光検出器とを備えることを特徴とする。

移動体が加速度運動を行うと、ホトニック結晶は少なくとも自重によって変形し、そのホトニックバンドギャップが変化する。所定の質量を有する質量体を当該ホトニック結晶に当接させている場合には、加速度に応じて質量体がホトニック結晶を付勢する。

ホトニック結晶から出力される光の強度及び波長は加速度に応じて変化するので、光検出器でこれを検出した場合には、検出値は加速度を示すこととなる。また、一定の検出値が光検出器で検出されるよう、ホトニック結晶に外力を与える場合には、ホトニック結晶に与えた外力の制御量が加速度を示すこととなる。

また、本発明に係る圧力センサは、光ファイバの端部が固定される固定部と、上記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、ホトニック結晶から出射された光を検出する光検出器と、ホトニック結晶を押圧可能な位置に配置された押圧部とを備えることを特徴とする。

押圧部を押すと、この圧力に応じてホトニック結晶が変形するので、上記加速度センサの場合と同様に、光検出器で検出された検出値が、又は、ホトニック結晶に与えた外力の制御量が圧力を示すこととなる。

ホトニック結晶の変形量を安定化するためには、ホトニック結晶の温度は一定であることが好ましい。このような場合、本発明の光学装置においては、光ファイバの端部が固定される固定部と、上記端部から出射された光の光路内に配置さ

れた可塑性のホトニック結晶と、ホトニック結晶を加熱するヒータと、ホトニック結晶の温度を測定する温度センサとを備え、温度センサによって測定された温度に応じてヒータへの供給電力を制御することを特徴とする。

5 温度センサで計測された温度が一定となるように、ヒータへの供給電力を制御すれば、ホトニック結晶の温度を一定とすることができるので、高精度の波長選択を行うことができる。

また、本発明の光学装置は、光ファイバの端部が固定される固定部と、上記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段と、入力光に応じて外力印加手段を駆動するための電気信号を出力する光検出器とを備え、入力光は、光ファイバを介して光検出器に導入されることを特徴とする。

10 この場合、光ファイバを介して光検出器に入力光が入力されることにより、光検出器が外力印加手段を駆動するための電気信号を出力するので、外力印加手段が駆動して、ホトニック結晶が変形する。これとは別の信号光として光ファイバを介してホトニック結晶に入力されている光は、ホトニック結晶の変形によって波長選択され、当該ホトニック結晶から出力されることとなる。

15 また、本発明の光学装置は、光ファイバの端部が固定される固定部と、上記端部から出射された光の光路内に配置された可塑性のホトニック結晶とを備え、ホトニック結晶はホトニックバンドギャップの異なる少なくとも2つのホトニック結晶を隣接させてなることを特徴とする。

20 この場合、異なるホトニックバンドギャップを有する2つのホトニック結晶は、波長選択性が異なるので、これらを組み合わせることにより、より高精度な波長選択を行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

25 図1は実施の形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。  
図2はホトニック結晶2の斜視図である。

図 3 A、図 3 B、図 3 Cは多層膜構造のホトニック結晶、すなわちダイクロイックミラーによる出力光の透過率（任意定数）の波長（nm）依存性を示すグラフである。

図 4は別の実施形態に係る波長可変器としての光学装置の説明図である。

5 図 5は別の実施形態に係る圧力センサとしての光学装置の説明図である。

図 6は別の実施形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。

図 7は更に別の実施形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。

10 図 8は追加の構成を付した光学装置の説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、実施の形態に係る光学装置について説明する。同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

15 図 1は、実施の形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。この光ファイバ結合装置は、入力光の波長帯域から、所望の波長帯域を選択して出力光として出力する装置である。なお、光ファイバは、コア及びクラッドからなる。土台 1の上にはホトニック結晶 2が置かれており、ホトニック結晶 2は、これに圧力を加え、また、これに印加される圧力を減少させる圧電素子（外力印加手段） 3によって付勢される。

20 ホトニック結晶 2は、外力の印加によって精度良く変形し、変形に応じてホトニックバンドギャップが変化する物質である。圧電素子 3によってホトニック結晶 2を変形させると、そのホトニックバンドギャップが変化する。圧電素子 3は、駆動電源 4によって制御され、駆動電源 4は上記外力の大きさ及びその印加時間を制御する。

25 入力光は、光を伝搬させる第 1 光ファイバ 5を通過してホトニック結晶 2に入力される。入力光中の特定波長成分はホトニック結晶 2を通過することができず、

所定の波長帯域がホトニックバンドギャップ（光学的応答特性）に応じて選択され、出力光としてホトニック結晶2から出力され、光検出器DTCによって検出される。出力光は、光を伝搬させる第2光ファイバ6に入力され、第2光ファイバ6を介して装置外部へ出力される。すなわち、外力の印加によって、第1及び  
5 第2光ファイバ5，6間の光学的結合特性が変化する。

なお、光ファイバ5，6の端部は、それぞれ土台1上に設けられたV溝台1V，1V上に固定されており、土台1と共にハウジングを構成するカバー部材Cの内側に位置する。

本光学装置は、ホトニック結晶2に外力を印加することによりホトニック結晶  
10 2のホトニックバンドギャップを変化させる光学装置であるが、ホトニック結晶2は可塑性である。なお、ホトニック結晶2は、弾性を有していても良い。また、圧電素子3はPZTからなる。

ホトニック結晶2は可塑性であるため、これに外力を与えてホトニック結晶2を变形させると、ホトニックバンドギャップが大きく変化し、ホトニック結晶2  
15 からの出力光の波長が十分に変化することとなる。このような光学装置においては、ホトニック結晶2自体の容積を小さくした場合においても、有効に波長選択を行うことができるので、装置全体を小型化することも可能である。また、ホトニック結晶2の大きさは波長の10倍以上であれば、その効果があるので、ホトニック結晶2は10 $\mu$ m角以上の大きさであることが好ましい。

20 以上、説明したように、上記光ファイバ結合装置は、2つの光ファイバ5，6それぞれの端部が固定される固定部1V，1Vと、上記端部間を伝搬する光の光路内に配置されたホトニック結晶2と、ホトニック結晶2に外力を印加する外力印加手段3とを備えることを特徴とする。

一方の光ファイバ5内に光を伝搬させつつ外力印加手段3によってホトニック  
25 結晶2に外力を印加すると、ホトニック結晶2のホトニックバンドギャップが変化し、このホトニックバンドギャップに応じた波長の光が他方の光ファイバ5か



ら出力されることとなるので、波長可変の光ファイバ結合を行うことができる。

なお、ホトニック結晶 2 は、容器 V 内に収容されている。

図 2 はホトニック結晶 2 の斜視図である。

このホトニック結晶 2 は、ゲル状の物質 2 G 内にシリカ又はチタン酸バリウム  
5 の微小球（光学的な微結晶）2 B を複数含有してなる。このホトニック結晶 2 は  
容易に変形させることができる。微小球 2 B は、物質 2 G 内に光の波長程度の周  
期で規則的に均一に配列されている。微小球 2 B の間隔は、選択しようとする光  
の波長の半分から四分の一であり、この波長に対して微小球 2 B は透明である。  
ホトニック結晶 2 に波長帯域  $\Delta\lambda$  ( $\lambda_1$  を含む) の光を入射すると、ホトニック  
10 バンドギャップに応じて、特定の波長帯域  $\lambda_1$  の成分のみがホトニック結晶 2 を  
透過する。

ゲルは外力によって容易に変形するため、ホトニック結晶 2 のホトニックバン  
ドギャップが容易に変化する。この変化によって、ホトニック結晶 2 を通過する  
上記波長帯域  $\lambda_1$  が変化する。なお、微小球 2 B と物質 2 G とは屈折率が異なり、  
15 また、双方とも選択する光の波長に対して透明である。

例えば、ゾルの材料として、紫外線硬化樹脂を混ぜたものを用い、ゲル化は、  
これに紫外線を照射することにより行うことができる。代表的な紫外線硬化樹脂  
は、アクリルアミドに架橋剤及び光重合開始剤を混ぜたものであり、従来から多  
くのもものが知られている。

この微小球 2 B の周期構造数は 50 程度でよいと、ホトニック結晶 2 は最大  
でも 100  $\mu\text{m}$  角の素子で十分に機能する。したがって、このホトニック結晶 2  
を用いれば、装置の小型化を達成することができる。

図 3 A、図 3 B、図 3 C は、多層膜構造のホトニック結晶、すなわちダイクロ  
イックミラーによる出力光の透過率（任意定数）の波長（nm）依存性を示すグ  
25 ラフである。図 3 A は、ダイクロイックミラーに外力を加えない場合のグラフ、  
図 3 B は 1% の格子歪みがミラー垂直方向に生じるように圧力を加えた場合のグ

ラフ、図3Cは1%の格子歪みがミラー垂直方向に生じるように圧力を加えた場合のグラフである。なお、格子歪みがミラー面に沿って生じるように圧力を加えることもできる。

このグラフによれば、反射光スペクトルの強度ピークを与える波長 $\lambda_{\text{CENTER}}$ は、  
5 外力のない場合1.5 $\mu\text{m}$ 程度である。また、波長 $\lambda_{\text{CENTER}}$ は、1%の圧縮歪みを与えた場合には1470nm程度（短波長側）にシフトし、1%の展延歪みを与えた場合には1530nm（長波長側）にシフトしている。

このグラフは、図1に示したホトニック結晶2のものではないが、その光学特性の変化の傾向は、これらのグラフと同様であり、外力、すなわち歪みによって  
10 出力光の波長帯域が変化する。

図4は、別の実施形態に係る波長可変器としての光学装置の説明図である。

本波長可変器は、1つの光ファイバ5の端部が固定される固定部1Vと、この端部から出射された光の光路上に配置され且つ光が反射によって上記端部へと戻されるように配置された反射鏡7と、上記端部と反射鏡7との間の光路内に配置  
15 されたホトニック結晶2と、ホトニック結晶2に外力を印加する外力印加手段3とを備える。

この場合、1つの光ファイバ5から出射された光は反射鏡7で反射されるが、この光路内にはホトニック結晶2が配置されているので、ホトニック結晶2から出力される光の波長帯域は圧電素子3による外力に応じて変化することができる。

図5は、別の実施形態に係る圧力センサとしての光学装置の説明図である。図4に示したものと違いは、反射鏡7がホトニック結晶2を押圧するようにされている点である。押圧部7'はカバー部材Cに対してスライド可能に保持されており、押圧部7'のカバー部材C内側の先端部に反射鏡7が取り付けられている。

この圧力センサは、光ファイバ5の端部が固定される固定部1Vと、上記端部  
25 から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶2と、ホトニック結晶2から出射された光を検出する光検出器DTCと、ホトニック結晶を押圧可能な位

置に配置された押圧部 7' とを備える。

押圧部 7' を押すと、この圧力に応じてホトニック結晶 2 が変形するので、光検出器 D T C でこれを検出した場合には、検出値は圧力を示すこととなる。

また、一定の検出値が光検出器 D T C で検出されるよう、ホトニック結晶 2 に外力を与える場合には、ホトニック結晶 2 に与えた外力の制御量が圧力を示すこととなる。

図 6 は、別の実施形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。

また、本発明の光学装置は、光ファイバ 5 の端部が固定される固定部 1 V と、上記端部から出射された光の光路内に配置された可塑性のホトニック結晶 2 とを備え、ホトニック結晶 2 はホトニックバンドギャップの異なる少なくとも 2 つのホトニック結晶 2, 2, 2 を隣接させてなる。

この場合、異なるホトニックバンドギャップを有する 2 以上のホトニック結晶 2 は、波長選択性が異なるので、これらを組み合わせることにより、より高精度な波長選択を行うことができる。ホトニック結晶には、独立に外力を加えることもできるが、同時に外力を加えても良い。なお、容器 V は各ホトニック結晶 2 間に間仕切りを備えている。

図 7 は、更に別の実施形態に係る光ファイバ結合装置としての光学装置の説明図である。

本例では、光ファイバ 5, 6 の端部が固定される固定部 1 V, 1 V と、前記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶 2 と、ホトニック結晶 2 から出射された光（駆動光）を、光分岐素子 B S で分岐させて検出する光検出器（ホトダイオード）P D と、ホトニック結晶 2 を押圧可能な位置に配置された押圧部とを備えている。

本例では、光ファイバ 5, 6 の端部が固定される固定部 1 V, 1 V と、前記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶 2 と、ホトニック結晶

2に外力を印加する圧電素子3と、入力光に応じて圧電素子3を駆動するための電気信号を出力する光検出器（ホトダイオード）PDとを備え、入力光（駆動光）は、光ファイバ5を介して光検出器PDに導入される。なお、駆動光は、光分岐素子BSで分岐されて光検出器PDで検出される。

5       この場合、光ファイバ5から入力された入力光は、光分岐素子BSを介して光検出器PDに入力される。光検出器PDが圧電素子3を駆動するための電気信号を出力するので、圧電素子3が駆動して、ホトニック結晶2が変形する。これとは別の信号光として光ファイバ5を介してホトニック結晶2に入力されている光は、ホトニック結晶2の変形によって波長選択され、当該ホトニック結晶から出力されることとなる。

10       なお、上述の各光学装置は、加速度センサに利用することができる。これは、いずれの実施形態の装置にも適用できる。追加の構成のみを図8に示す。

すなわち、本加速度センサは、移動体に設けられる加速度センサにおいて、光ファイバの5、6端部が固定される固定部1Vと、上記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶2と、ホトニック結晶2から出射された光を検出する光検出器DTCとを備える。

15       移動体が加速度運動を行うと、ホトニック結晶2は少なくとも自重によって変形し、そのホトニックバンドギャップが変化する。所定の質量を有する質量体MASを当該ホトニック結晶2に当接させている場合には、加速度に応じて質量体がホトニック結晶2を付勢する。

20       ホトニック結晶2から出力される光の強度及び波長は加速度に応じて変化するので、光検出器DTCでこれを検出した場合には、検出値は加速度を示すこととなる。

25       また、一定の検出値が光検出器DTCで検出されるよう、ホトニック結晶2に外力を与える場合には、ホトニック結晶2に与えた外力の制御量が加速度を示すこととなる。

ホトニック結晶 2 の変形量を安定化するためには、ホトニック結晶 2 の温度は一定であることが好ましい。このような場合、上述の各光学装置が、光ファイバ 5 の端部が固定される固定部 1 V と、上記端部から出射された光の光路内に配置された可塑性のホトニック結晶 2 と、ホトニック結晶 2 を加熱するヒータ H T R と、ホトニック結晶 2 の温度を測定する温度センサ T S とを備え、この温度センサ T S によって測定された温度に応じてヒータ H T R への供給電力を制御することを好ましい。

温度センサ T S で計測された温度が一定となるように、ヒータ H T R への供給電力を制御すれば、ホトニック結晶 2 の温度を一定とすることができるので、高精度の波長選択を行うことができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、光ファイバ結合装置、波長可変器、圧力センサ、加速度センサ及び光学装置に利用することができる。

### 請求の範囲

1. 2つの光ファイバそれぞれの端部が固定される固定部と、前記端部間を伝搬する光の光路内に配置されたホトニック結晶と、前記ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段とを備えることを特徴とする光ファイバ結合装置。

5 2. 1つの光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路上に配置され且つ前記光が反射によって前記端部へと戻されるように配置された反射鏡と、前記端部と前記反射鏡との間の光路内に配置されたホトニック結晶と、前記ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段とを備えることを特徴とする波長可変器。

10 3. 移動体に設けられる加速度センサにおいて、光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、前記ホトニック結晶から出射された光を検出する光検出器とを備えることを特徴とする加速度センサ。

15 4. 光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、前記ホトニック結晶から出射された光を検出する光検出器と、前記ホトニック結晶を押圧可能な位置に配置された押圧部とを備えることを特徴とする圧力センサ。

20 5. 光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路内に配置された可塑性のホトニック結晶と、前記ホトニック結晶を加熱するヒータと、前記ホトニック結晶の温度を測定する温度センサとを備え、前記温度センサによって測定された温度に応じて前記ヒータへの供給電力を制御することを特徴とする光学装置。

25 6. 光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路内に配置されたホトニック結晶と、前記ホトニック結晶に外力を印加する外力印加手段と、入力光に応じて前記外力印加手段を駆動するための電気信号を出力する光検出器とを備え、前記入力光は、前記光ファイバを介して前記光検

出器に導入されることを特徴とする光学装置。

7. 光ファイバの端部が固定される固定部と、前記端部から出射された光の光路内に配置された可塑性のホトニック結晶とを備え、前記ホトニック結晶はホトニックバンドギャップの異なる少なくとも2つのホトニック結晶を隣接させてなることを特徴とする光学装置。

5

図1

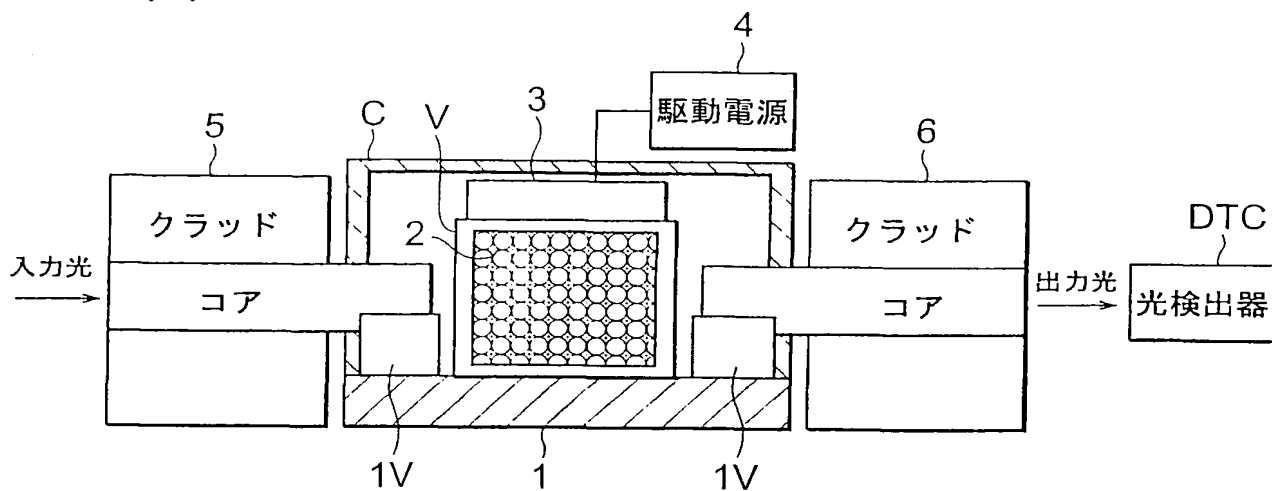


図2

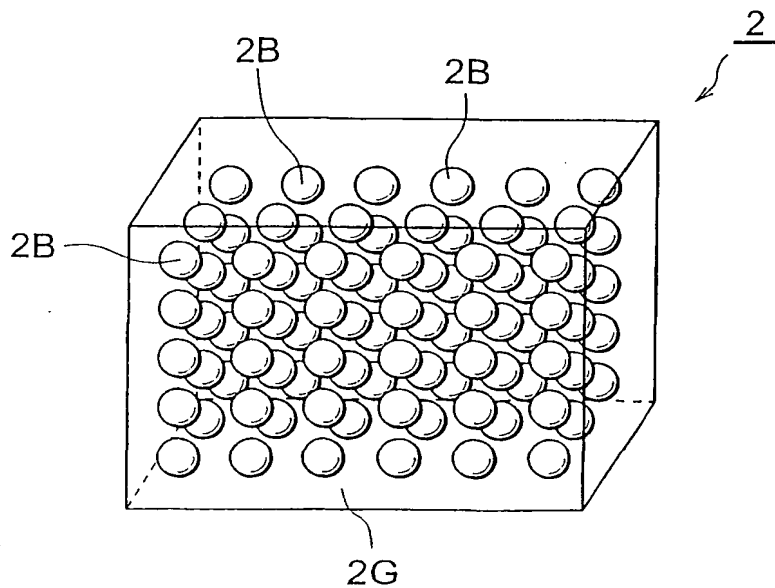




図3A

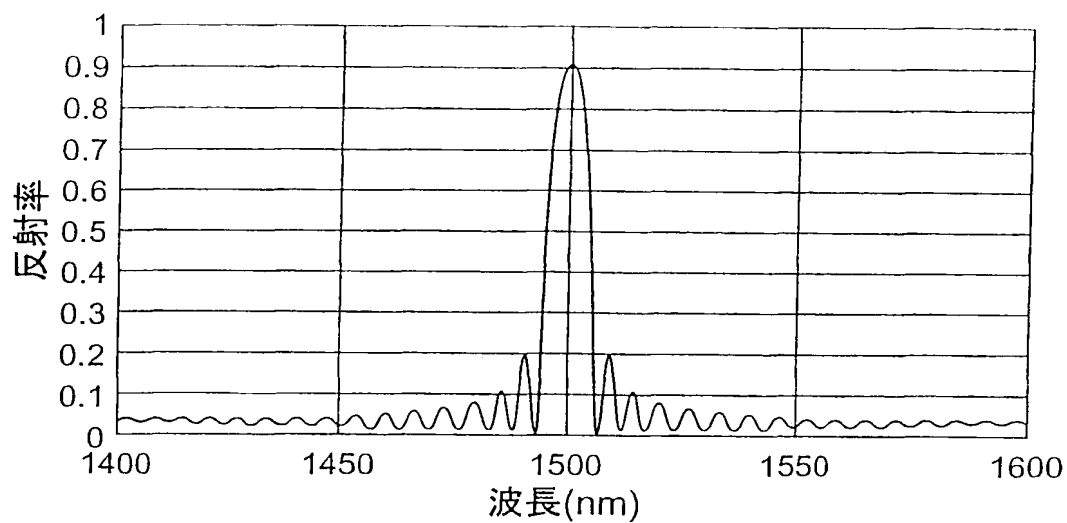


図3B

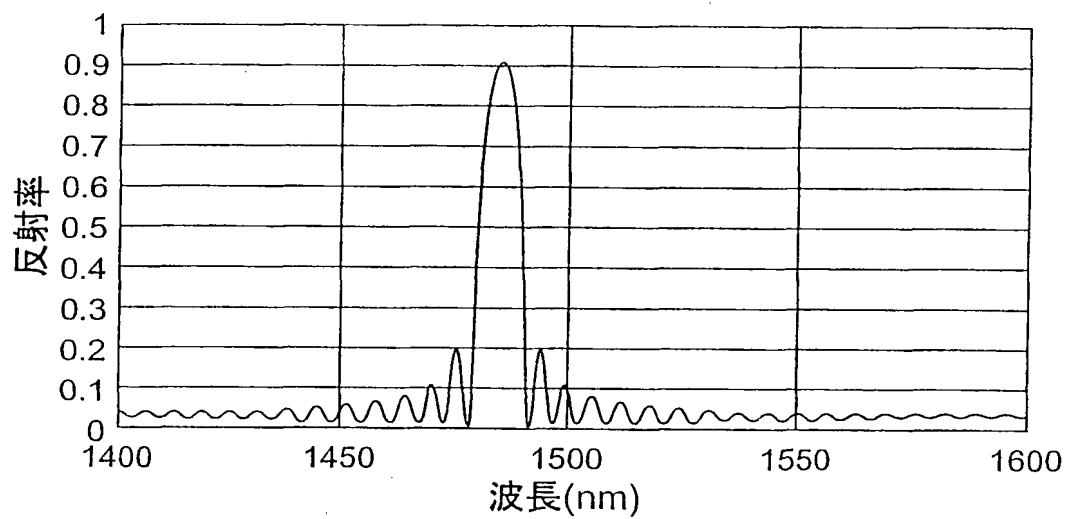


図3C

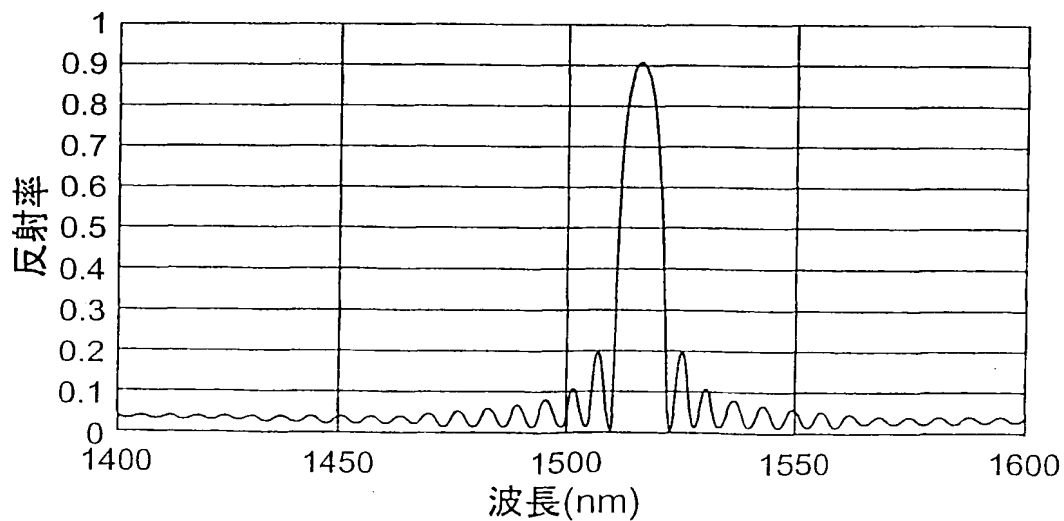


图4

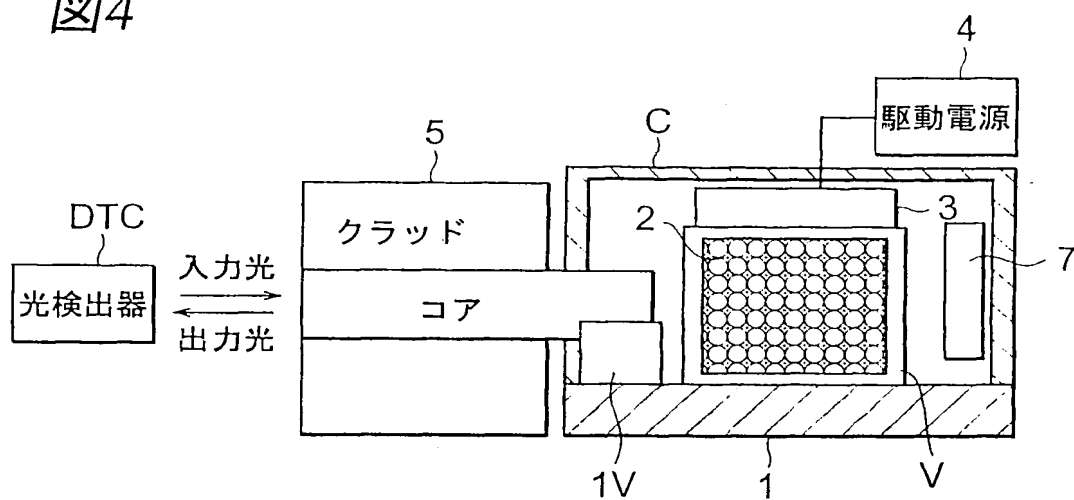


图5

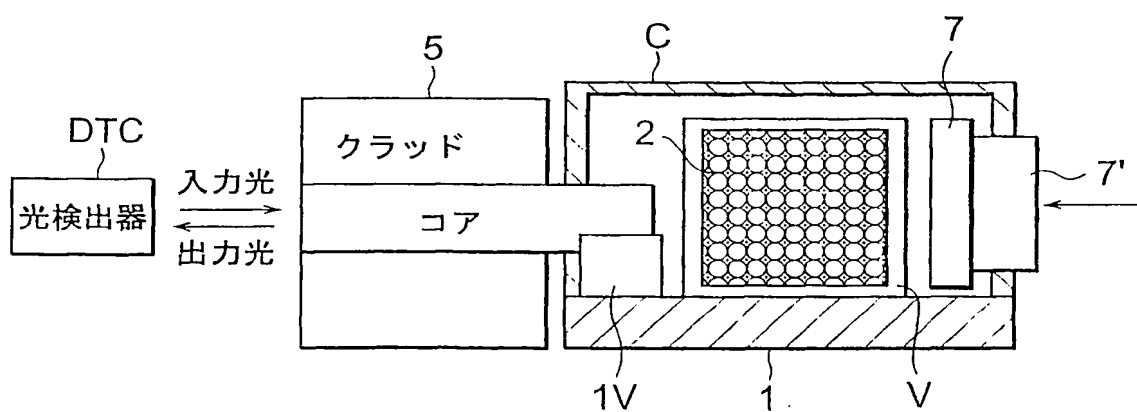


図6

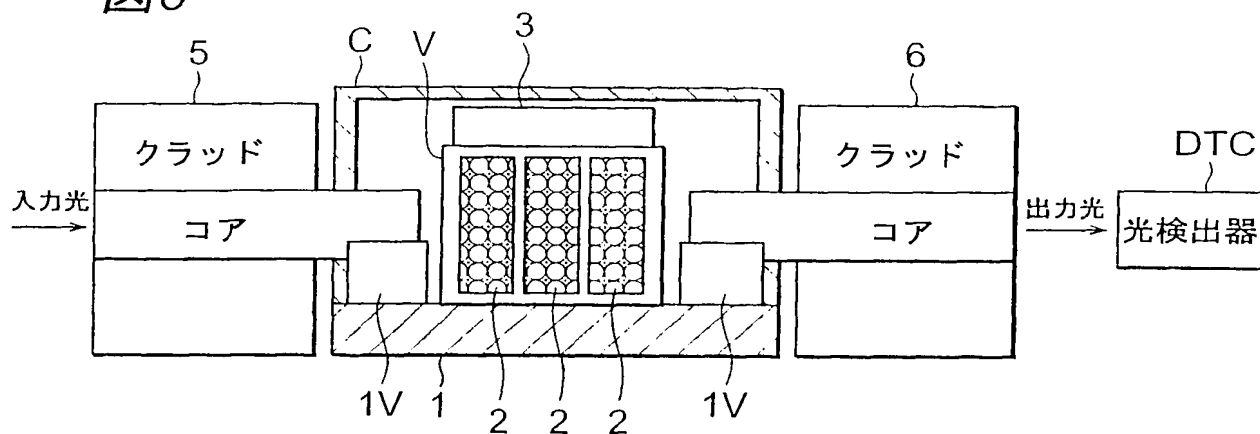


図7

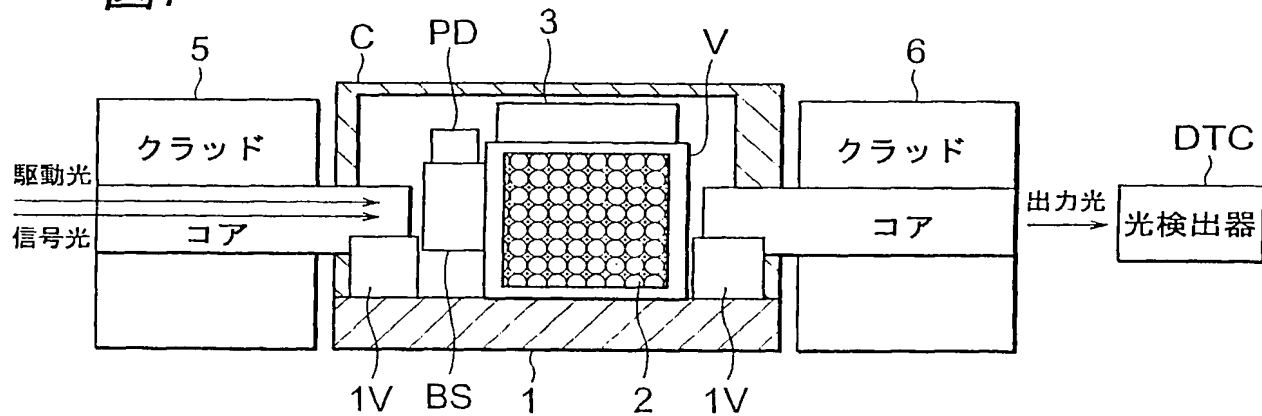
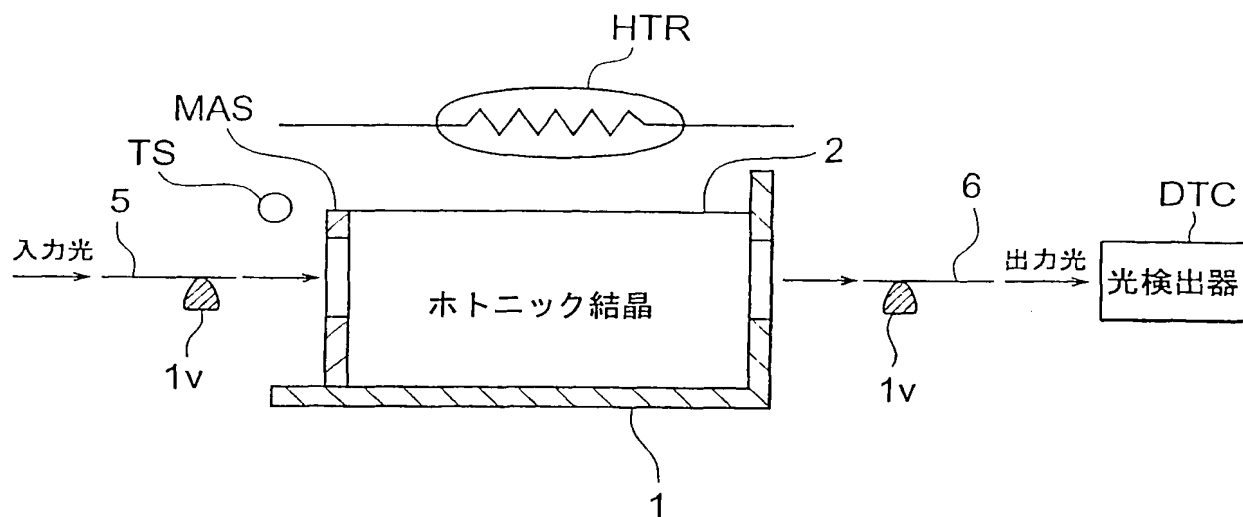


図8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/08382

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B26/00, G01P15/00, G01L1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B26/00, G01P15/00, G01L1/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1994

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/59219 A2 (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE [GB/GB]), 30 December, 1998 (30.12.98), page 30, lines 17 to 18, & JP 2001-525070 A, page 3, lines 21 to 23, & EP 990124 A	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 December, 2001 (05.12.01)

Date of mailing of the international search report

18 December, 2001 (18.12.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B26/00, G01P15/00, G01L1/24

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B26/00, G01P15/00, G01L1/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1994

日本国公開実用新案公報 1971-1994

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 98/59219 A2 (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE [GB/GB]) 30.12月.1998 (30.12.98), p. 30, 第17-18行 & JP 2001-525070 A, p. 3, 第21-23行 & EP 990124 A	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.12.01

国際調査報告の発送日

18.12.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田部 元史

2X

8708

電話番号 03-3581-1101 内線 3294